

## 光ディスク VOD システムの開発と評価

1 S - 1

右田 学 岡本 理 佐々木 真司 尾林 善正 廉田 浩  
松下電器産業（株） 研究本部 中央研究所

### 1 はじめに

従来、光ディスク装置は、バックアップ用途として主に利用されてきたが、大容量化および高速化が進むにつれ、メディアの可搬性を生かした実用的なマルチメディアシステムへの応用が期待できるようになった。そこで、マルチメディア分野で注目を浴びているビデオオンデマンド (VOD) システムを光ディスク装置を用いて構築し、その適応性評価を行なった。

本稿では、今回開発した VOD システムの概要と現状の光ディスク装置の持つ課題を改善するために採用したソフトウェア構成について報告する。

### 2 システム概要

システム構成を図 1 に示す。

光ディスク VOD システムは、MPEG1 規格で圧縮された映像データ (1.5Mbps) の蓄積および送信を行なう server 部と、server 部から送信された映像データの受信および再生を行なう client 部で構成される。

server 部のソフトウェア開発は、リアルタイム OS が提供するマルチスレッドプログラミングを用いた。

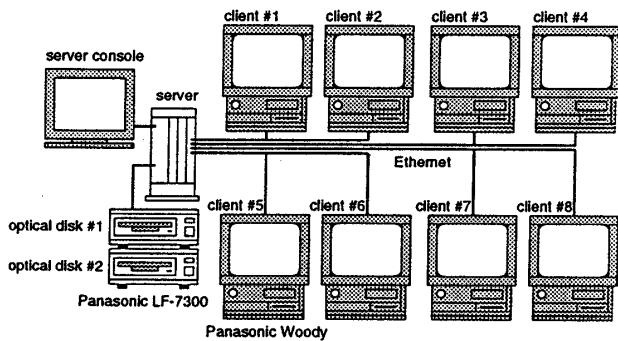


図 1: 光ディスク VOD システム構成

### 3 光ディスク装置の課題と対処法

高性能化が進む光ディスク装置ではあるが、現在マルチメディアシステムのメインストレージとして主流であるハードディスク装置と比較するとまだまだ性能的に問題がある。光ディスク装置の課題を示す。

Development and Evaluation of Optical Disk VOD System  
Manabu MIGITA, Tadashi OKAMOTO, Shinji SASAKI,  
Yoshimasa OBAYASHI, Hiroshi KADOTA  
Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.  
Central Research Lab., Corporate Research Division

- シーク時間が長い
- 内周と外周では、データ転送速度が異なる
- データ転送速度が遅い

これらの課題を解消するために、server 部のソフトウェアにおいて次の機能を拡張した。

- シークスケジューリング
- 光ディスク装置の並列化によるデータ転送速度の平均化
- 非同期 I/O 機構 [1][2] による光ディスク装置に対するリクエスト/アクセス処理のパイプライン化

### 4 server 部のソフトウェア構成

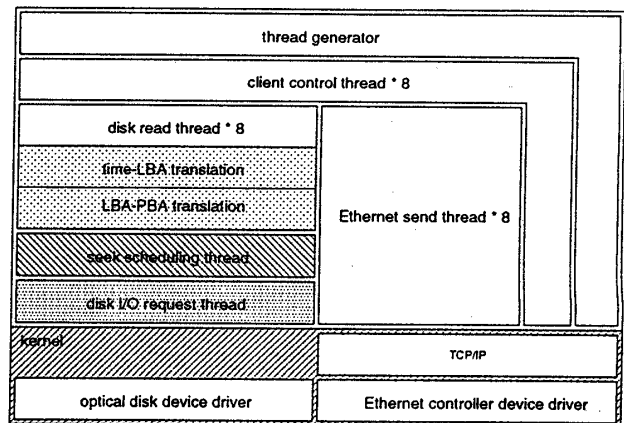


図 2: server 部のソフトウェア構成

server 部のソフトウェア構成を図 2 に示す。図 2 における各モジュールの機能について示す。

#### thread generator

client 部からの回線接続要求に対する処理を行ない、disk read thread, ethernet send thread, client control thread を生成する。

#### seek scheduling thread

disk read thread で生成される disk に対するのアクセス要求を周期的に収集し、seek 動作に対する最適化スケジューリングを行なう。

#### disk I/O request thread

seek scheduling thread においてスケジューリングされた disk に対するアクセス要求を受け取り、kernel 内の optical disk device driver を通じて disk にアクセスを行なう。

disk read thread

disk に対するアクセス要求を生成する。また、ファイルポインタに関して、時間-LBA (論理ブロックアドレス) 変換、LBA - PBA (物理ブロックアドレス) 変換を行なう。なお、2 台の disk を並列動作される場合は、LBA-PBA 変換において、disk の内周と外周で生じるデータ転送速度差を平均化するように、各 disk の PBA を最適配置になるように規定している。

ethernet send thread

disk I/O request thread において読み出されたデータを受け取り、kernel 内の TCP/IP, ethernet controller device driver を通じてデータ送信を行なう。

client control thread

client 部から要求されるタイトル選択、再生、停止などの動作に対する処理を行ない、disk read thread, ethernet send thread を制御する。

5 非同期 I/O 機構

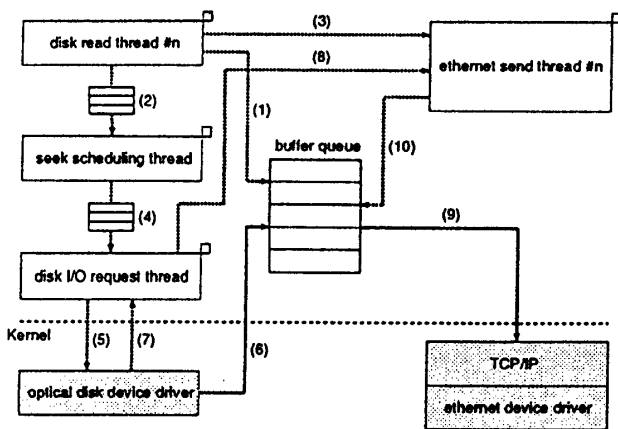


図 3: 非同期 I/O 機構

光ディスク装置の課題のひとつである、データ転送速度が遅いことを改善することは困難であるが、非同期 I/O 機構を用いて光ディスク装置に対するリクエスト/アクセス処理のパイプライン化することで、リクエストオーバーヘッドを隠蔽することは可能である。

server 部の非同期 I/O 機構を図 3 に示す。

図 3 に示す番号は、各スレッド間での処理順序を表している。これらの処理内容を示す。

1. buffer queue から空き buffer を取得する。
2. 光ディスク装置に対するアクセス要求を seek scheduling thread に発行する。
3. (1) で取得した buffer および (8) における DMA 転送終了同期に利用する semaphore 変数などの情報を ethernet send thread に送信する。この時点で、

disk read thread における一連の処理は終了し、新たなアクセス要求を処理するために (1) に戻る。一方、この情報を受信した ethernet send thread は、(8) における DMA 転送終了同期が発行されるまで sleep する。

4. seek scheduling thread にてスケジューリングされたアクセス要求を disk I/O request thread に発行する。
5. kernel system call (ioctl) を用いて光ディスク装置に対するデータ読み出し命令を発行する。
6. buffer に対して DMA 転送を行なう。
7. disk I/O request thread を wakeup する。
8. ethernet send thread に DMA 転送が終了したことを知らせる。
9. buffer からデータを読み込み、client 部にデータを送信する。
10. buffer を開放する。

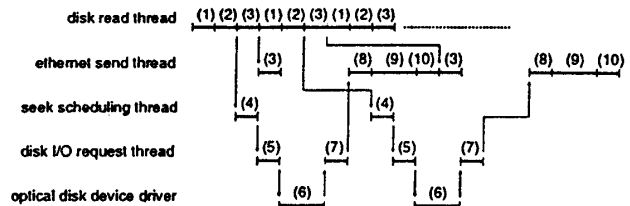


図 4: 非同期 I/O におけるタイミングチャート

図 4 に非同期 I/O におけるタイミングチャートを示す。この図から disk read thread における (1),(2),(3) の処理と、disk I/O request thread, optical disk device driver における (5),(6),(7) の処理がオーバーラップしていることから、光ディスク装置に対するリクエスト処理とアクセス処理のパイプライン化による効率化がなされていることがわかる。

6 まとめ

現状の光ディスク装置の持つ課題を、前述の対処法を用いて server 部のソフトウェアに拡張することで、光ディスク装置 1 台当たり 4client 分の MPEG1 データ (1.5Mbps) の読み出しが可能であることを確認し、光ディスク装置が VOD システムの映像蓄積部として使用できることを実証することができた。

参考文献

- [1] S.J.Leffler(中村 明 訳), UNIX 4.3BSD の設計と実装, 丸善
- [2] 前川 守, 岩波講座ソフトウェア科学 6'オペレーティングシステム', 岩波書店